

Strom & Wärme



Universität Hannover
Institut für Elektrothermische Prozesstechnik
Prof. Dr.-Ing. B. Nacke

Universität Hannover

Internationales wissenschaftliches Kolloquium in Hannover Modelling for Electromagnetic Processing

Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse aus dem Bereich elektromagnetischer Prozesstechnologien wurden auf dem internationalen wissenschaftlichen Kolloquium „Modelling for Electromagnetic Processing (MEP)“ vom 24. bis 26. März 2003 in Hannover präsentiert. Organisiert wurde die Veranstaltung vom Institut für Elektrothermische Prozesstechnik der Universität Hannover (ETP) in Kooperation mit der Universität Lettlands in Riga. Mit etwa 85 Teilnehmern aus zehn verschiedenen Ländern, die der Einladung von Herrn Prof. Nacke nach Hannover gefolgt waren, haben sich die Erwartungen der Gastgeber mehr als erfüllt. Ort des Kolloquiums war das historische Leibnizhaus, das Gästehaus der

Universität Hannover in der hannoverschen Altstadt.

Im Mittelpunkt der insgesamt 54 Beiträge [1] stand die numerische und physikalische Modellierung von elektromagnetischen, elektrothermischen sowie magnetohydrodynamischen Prozesstechnologien für die Entwicklung, Herstellung und Weiterverarbeitung innovativer Materialien und Produkte. In 38 Vorträgen und 16 Posterbeiträgen wurde gezeigt, dass die numerische Modellierung ein vielseitiges, mit zunehmender Leistungsfähigkeit der Computer ständig wachsendes Anwendungspotenzial sowohl in der Forschung als auch in der industriellen Entwicklungs- und Projektierungstätigkeit besitzt. Die Beiträge behandelten zahlreiche Prozess-

technologien, angefangen vom Schmelzen, Erwärmen und Wärmebehandeln über das Rühren und kontinuierlichem Gießen bis hin zum Kristallziehen.

Neben den Präsentationen bot das Kolloquium eine ideale Kommunikationsplattform für intensive Diskussionen zwischen den Teilnehmern aus Industrie und Forschung. Insgesamt wurde das Kolloquium von allen Beteiligten als voller Erfolg bewertet. Das nächste in dieser Tradition weitergeführte internationale Kolloquium wird im Jahr 2005 in Riga stattfinden.

[1] Nacke, B.; Baake, E. (Hrsg.): *Proceedings of the International Scientific Colloquium Modelling for Electromagnetic Processing. Hannover, March 24-26, 2003*



Kolloquiumsteilnehmer vor dem historischen Leibnizhaus

Inhalt

Kolloquium MEP 2003	1
Optimierungstechniken	2
Numerische Modellierung	3
Simulation mit Hochleistungsrechner	3
Aktuelles	4

Optimierungstechniken bei Schmiedeerwärmern

ETP entwickelt anwendungsbezogenes Optimierungskonzept

Techniken zur optimalen Auslegung von Systemen erwiesen sich in letzter Zeit als äußerst nützliches Mittel zur Weiterentwicklung verschiedenster technologischer Prozesse. Elektrothermische Verfahren sind aufgrund ihrer großen Flexibilität, guten Regelbarkeit und der vorhandenen mathematischen Modelle hervorragend für die Anwendung von Optimierungswerkzeugen geeignet. Aus diesem Grund startete das ETP in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner ein Projekt, in dem die Potenziale der Optimierungstechniken für induktive Schmiedeerwärmer untersucht werden.

Bei der induktiven Erwärmung zum anschließenden Schmieden durchläuft das Gut eine Erwärmungslinie. Am Auslauf soll es homogen durcherwärmt sein. Das Ziel der Optimierung muss folglich ein minimaler Temperaturunterschied über den Werkstückquerschnitt am Ende der Erwärmung sein.

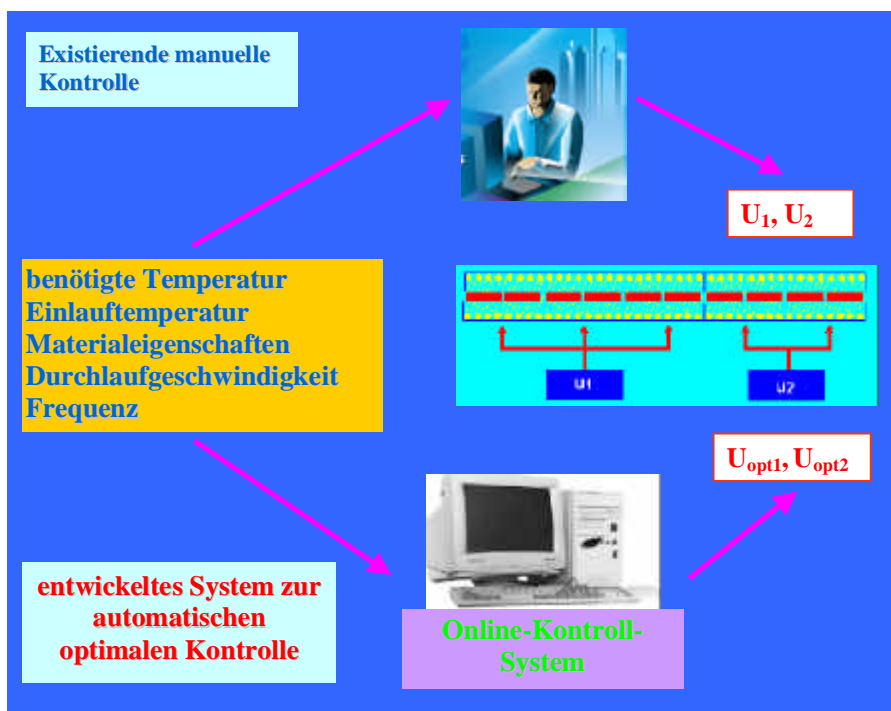
Zuerst müssen die Eingabegrößen formuliert werden. Dazu zählen die Geometrie der Anordnung, die Materialdaten, die zu erzielende Endtemperatur sowie die elektrischen Größen wie z. B. die Frequenz des Induktorstroms. Für den definierten Datensatz werden nun die an die Induktoren anzulegenden Spannungen ermittelt, die zu einer minimalen Temperaturdifferenz am Erwärmerausgang führen.

Die Optimierungstechniken wurden bei zahlreichen Datensätzen angewendet. Es wurde die Anzahl der Induktoren ebenso variiert wie deren Position in der Erwärmerstrecke. Des Weiteren wurden statische und transiente Berechnungen durchgeführt. Sowohl numerische als auch analytische mathematische Modelle wurden verwendet.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind höchst ermutigend. Für jede der untersuchten Anordnungen konnte ein Optimum, gleichbedeutend mit einem minimalen Temperaturunterschied am Ausgang, gefunden werden. Interessant ist, dass bereits zwei voneinander unabhängige Induktorgruppen zu einem optimalen Erwärmungsbild führen.

Die Optimierungswerkzeuge lassen sich sowohl zum Design der Erwärmungstrecke als auch zur Betriebsführung einsetzen. So kann beispielsweise untersucht werden, welche Induktoranordnung eine optimale Auslauftemperatur erzielt, ohne eine nicht zulässige Zwischenüberhitzung zu erzeugen, die das Material u. U. aufschmelzen lässt.

Nach einjähriger Untersuchung der grundlegenden Zusammenhänge bezüglich der Einsetzbarkeit der Optimierungsmethoden steht fest, dass das Projekt weiter vorangetrieben wird und die Optimierungswerkzeuge für den Einsatz in einer realen Schmiedeerwärmungsanlage angepasst werden. Zukünftige Untersuchungen werden sich insbesondere mit der Optimierung des Übergangsverhalten bei Veränderung des Materialdurchsatzes, wie z. B. reduzierter Durchsatz und Nulldurchsatz, beschäftigen. ■



Steuerung der Erwärmungseinheit einer Schmiedelinie

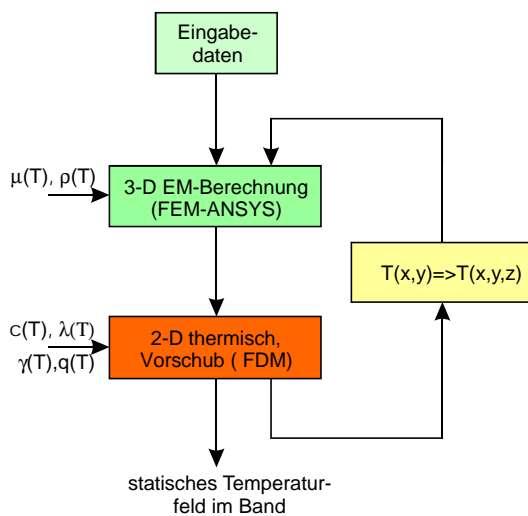
Numerische Modellierung

Simulation mit Nichtlinearitäten in ANSYS

Die induktive Erwärmung basiert auf elektromagnetischen und thermischen Effekten innerhalb und außerhalb des zu erwärmenden Gutes. Hierbei ist zu beachten, dass beide Phänomene eine starke Abhängigkeit vom Material aufweisen. Moderne Software sollte deswegen die Möglichkeit bieten, nichtlineare, insbesondere temperaturabhängige Materialeigenschaften zu berücksichtigen.

Bei der induktiven Erwärmung von dünnen Bändern im Querfeld werden z. B. höchste Ansprüche an die Homogenität der erreichten Auslauftemperatur gestellt. Über die Blechbreite werden Temperaturunterschiede von weniger als 1 % gefordert. Folgerichtig müssen bei der Auslegung einer Querfeld-Erwärmungsanlage nichtlineare Materialeigenschaften implementiert werden.

Das kommerzielle Programmpaket ANSYS bietet die Möglichkeit,



Struktur des Berechnungsmodells

Nichtlinearitäten sowohl zur Berechnung 3-dimensionaler elektromagnetischer als auch thermischer Felder zu berücksichtigen. Eine Kopplung elektrischer und thermischer Phänomene ist sowohl für eine statische als auch für eine transiente Analyse möglich. Des Weiteren kann eine Bewegung des Werkstücks berücksichtigt werden. Sie ist jedoch bei der 3D-Berechnung softwareseitig auf eine Durchlaufgeschwindigkeit von wenigen Millimetern pro Sekunde beschränkt. In industriellen Querfeld-Anlagen treten jedoch wesentlich größere Durchlaufgeschwindigkeiten auf.

Deshalb wurde am ETP ein neues Konzept entwickelt, das prinzipiell keine Grenzen der Durchlaufgeschwindigkeit kennt. Das EM-Feld wird 3-dimensional berechnet, wohingegen das thermische Feld sowie die Durchlaufbewegung 2-dimensional simuliert werden. Dies ist aufgrund der geringen Blechdicke zulässig. Im Simulationsmodell wurden sämtliche Temperaturabhängigkeiten der Materialeigenschaften implementiert.

Erste Untersuchungen mit dem entwickelten Modell zeigen, dass die Auslauftemperatur sehr empfindlich auf die elektrische Leitfähigkeit reagiert, wohingegen die magnetische Permeabilität einen geringeren Einfluss auf die Temperaturverteilung am Ende der Erwärmung aufweist. ■■■

3D-Simulation

Hochleistungsrechner

Zur Analyse und Optimierung von Schmelzprozessen in Induktionsöfen werden im Rahmen des neuen Projektes „Dreidimensionale Simulation von komplexen turbulenten Schmelzenströmungen in Induktionsöfen“ erstmalig numerische Simulationen auf dem neuen Hochleistungsrechner Nord (HLRN) vom ETP durchgeführt.



Der Hochleistungsrechner Nord hat eine theoretische Spitzengeschwindigkeit von 4 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde (4 Teraflops) und ist weltweit einer der schnellsten Computer. Der HLRN besteht aus zwei gleichen Teilsystemen, die im Regionalen Rechenzentrum in Hannover und im Zuse-Institut Berlin installiert sind, und wird für ausgewählte wissenschaftliche Projekte mit besonderen Anforderungen an die Rechenkapazität genutzt.

Die Zielsetzung dieses Projektes ist die Anwendung des Large-Eddy-Simulation (LES)-Verfahrens zur Berechnung und Analyse von turbulenten magnetohydrodynamischen Schmelzenströmungen einschließlich des Massen- und Energietransports weiterzuentwickeln und zu verbessern. ■■■

EU-Networking

ETP ist Partner

Das Mitte 2002 begonnene EU-Projekt Tempus-Energy-Networking (TEN) unterstützt Lehre und Forschung in Zentralasien und besteht aus einem Konsortium von Partnern aus Zentralasien (Tashkent, Irkutsk, Pavlodar Osh),

Osteuropa (St. Petersburg, Kiev) und Westeuropa (Athen, Berlin, Hannover, Padua). Das TEN Projekt nutzt die Erfahrungen und die Ergebnisse von abgeschlossenen TEMPUS TACIS Projekten der west- und osteuropäischen Partner.

Ein Ziel des neuen Projektes ist die Errichtung einer Informationsplattform für Energieerzeugung, -verteilung und -anwendung, die inzwischen in Tashkent eingerichtet worden ist. Weitere Ziele sind die Weiterleitung des in den abgeschlossenen TEMPUS Projekten erhaltenen Kenntnisse und Informationen an die Partner in Zentralasien durch Seminare vor Ort. Dazu wird das ETP zusammen mit der Universität Padua Seminare in Irkutsk und Pavlodar abhalten.

Besuche der asiatischen Partner an den westeuropäischen Universitäten werden ebenfalls im Rahmen des 2 Jahre laufenden Projektes durchgeführt. ■

Thermprozess

ETP stellt aus

Zur diesjährigen Thermprozess vom 16.-21. Juni 2003 in Düsseldorf präsentiert sich das Institut für Elektrothermische Prozesstechnik auf dem Gemeinschaftsstand der FOGI (Forschungsgemeinschaft Industrieofenbau e. V.) mit ausgewählten Themen aus seiner umfangreichen Forschungstätigkeit.

Hierunter fallen Exponate zum induktiven Schmelzen schwach leitfähiger Werkstoffe mit der sogenannten Skull-Melting-Technik und zum induktiven Randschichthärtungen. Weiterhin werden eine für den Industrieofenbau konfektionierte Datenbank thermophysikalischer Materialeigenschaften und eine computergestützte Simulation der instationären dreidimensionalen Schmelzenströmung in Induktionsöfen vorgestellt. Darüber hinaus werden Möglichkeiten der thermischen Prozess- und Anlagenanalyse mittels Thermografiemesstechnik sowie der messtechnischen Analyse und Reduzierung elektromagnetischer Streufelder im Umgebungsbereich von Induktionsanlagen präsentiert.

Durch die Präsentation dieser Exponate besteht ebenso wie schon bei der letzten Thermprozess 1999 die Möglichkeit, Partner für Kooperationsvorhaben oder Auftraggeber für Forschungsprojekte zu gewinnen. ■

Redaktion:

Dipl.-Ing. Elmar Wrona
Dr.-Ing. Egbert Baake
Telefon: 05 11 / 7 62 - 22 90
Telefax: 05 11 / 7 62 - 32 75
E-Mail: ewh@ewh.uni-hannover.de
URL: www.etp.uni-hannover.de

UIE-Workshop

ETP ist erster Ausrichter

Im September diesen Jahres startet ein zukunftsweisendes UIE-Projekt, das junge Wissenschaftler aus Europa, die auf dem Gebiet der elektrothermischen Prozesstechnik forschen, zu einem Intensivkurs zusammen bringt. Das Institut für Elektrothermische Prozesstechnik ist erstmaliger Ausrichter des 5-tägigen Kurses.

Am Intensivkurs nehmen ca. 15 europäische Doktoranden sowie die wissenschaftlichen Mitarbeiter der einladenden Institution teil. Lediglich die generelle Ausrichtung ist festgelegt. Im Falle des ETP stehen sinnvoller Weise die Kernkompetenzen *induktives Erwärmen, induktives Schmelzen* und *elektromagnetisches Prozessieren* als Eckpfeiler fest. Die detaillierten Inhalte sollen die Doktoranden unter Berücksichtigung ihrer eigenen Interessen selbst gestalten. Die so entstehenden Arbeitsgruppen bearbeiten kleine Projekte, deren Ergebnisse zum Abschluss präsentiert werden.

Projektorientiertes Unterrichten und Lernen ist die Grundidee des Intensivkurses, in dem die Interessen der Doktoranden im Mittelpunkt stehen sollen. Nicht nur passives Lernen, sondern vielmehr eine aktive Teilnahme am Workshop ist das Ziel. ■

Herausgeber:

Institut für Elektrothermische Prozesstechnik und Vereinigung zur Förderung des Instituts für Elektrowärme der Universität Hannover e.V.



Tempus

